

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-103018

(43)Date of publication of application : 08.04.2003

(51)Int.Cl.

A63F 7/02

(21)Application number : 2002-182073

(71)Applicant : SUN CORP

(22)Date of filing : 21.06.2002

(72)Inventor : HASEGAWA MASAHIKO

NOMURA YOSHIHIRO

(30)Priority

Priority number : 2001227581 Priority date : 27.07.2001 Priority country : JP

(54) GAME INFORMATION COLLECTING SYSTEM

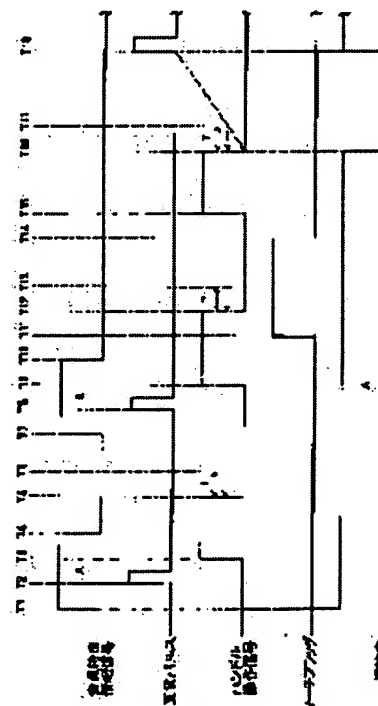
(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a technology by which the completion time of a continued games by a game player can be precisely recognized.

SOLUTION: When the ball renting switch of a ball renting machine is pressed at time T18, a ball renting pulse is input in a hall computer in the same manner as the case of time T2 or the like. At the time T18, specified information for a member A is not input, and therefore, it is applied to a state wherein the completion of the continued game of the member A can be determined.

Therefore, the CPU of the hall computer confirms that time T16 estimated at the time T18 has been actually the completion of the continued game. As a result, one time of the continued game for the member A is recognized to

be a period from the time when the member A has inserted the member card in a card reader (time T1) to the time T16.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.06.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-182073
(P2002-182073A)

(43) 公開日 平成14年6月26日 (2002.6.26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 2 B 6/42		G 0 2 B 6/42	2 H 0 3 6
	6/36		2 H 0 3 7
H 0 1 S 5/022		H 0 1 S 5/022	5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-376324(P2000-376324)

(22) 出願日 平成12年12月11日 (2000. 12. 11)

(71) 出願人 000004008

日本板硝子株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目7番28号

(72) 発明者 越 浩志

大阪府大阪市中央区道修町3丁目5番11号

日本板硝子株式会社内

(72) 発明者 佐々木 康二

大阪府大阪市中央区道修町3丁目5番11号

日本板硝子株式会社内

(74) 代理人 100078961

弁理士 茂見 穰

Fターム(参考) 2H036 QA46 QA59

2H037 CA16 DA05 DA15 DA18 DA35

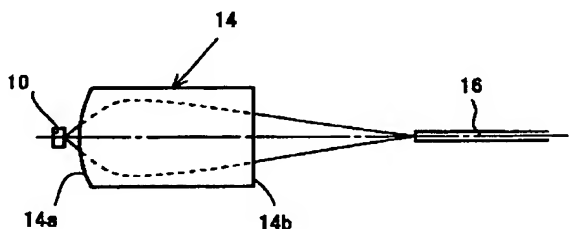
5F073 AB27 AB28 EA29 FA06

(54) 【発明の名称】 光源-光ファイバ結合器

(57) 【要約】

【課題】 レーザ出射光のケラレを低減し、半導体レーザと単一モード光ファイバを低損失で結合できるようにする。

【解決手段】 光源（例えば、半導体レーザチップ10）から出射する拡散光束を屈折率分布型ロッドレンズ14によって光ファイバ（例えば単一モード光ファイバ16）端面に結合する光源-光ファイバ結合器である。屈折率分布型ロッドレンズは、光源側端面を凸球面、光ファイバ側端面を平面とする形状をなし、その光源（レーザチップ）と屈折率分布型ロッドレンズを近接配置した状態でハウジングで保持する。レーザチップ面と屈折率分布型ロッドレンズ端面との距離は0.3mm以下、より好ましくは0.2～0.25mm程度の範囲内とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源から出射する拡散光束を屈折率分布型ロッドレンズによって光ファイバ端面に結合する光源-光ファイバ結合器において、
屈折率分布型ロッドレンズは、光源側端面を凸球面、光ファイバ側端面を平面とする形状をなし、光源として半導体レーザを用い、そのレーザチップと屈折率分布型ロッドレンズを近接配置した状態でハウジングで保持すると共に、該ハウジングによって光ファイバを保持可能な構造をなしていることを特徴とする光源-光ファイバ結合器。

【請求項2】 レーザチップ面と屈折率分布型ロッドレンズ端面との距離が0.3mm以下である請求項1記載の光源-光ファイバ結合器。

【請求項3】 ハウジングは、半導体レーザを保持するレーザホルダと屈折率分布型ロッドレンズを保持するレンズホルダとを具備し、半導体レーザと屈折率分布型ロッドレンズとを、光軸に対して直交する面内方向のみならず光軸方向にも位置調整可能とし、且つ光軸方向の位置調整の際にレーザチップと屈折率分布型ロッドレンズとが一定距離よりも接近しないようにレーザホルダによって規制されている請求項1又は2記載の光源-光ファイバ結合器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光源からの出射光を屈折率分布型ロッドレンズによって光ファイバ端面に結合する光源-光ファイバ結合器に関し、更に詳しく述べると、屈折率分布型ロッドレンズの光源側端面を凸球面、光ファイバ側端面を平面とし、光源と屈折率分布型ロッドレンズとを近接配置することで小型化を可能とした光源-光ファイバ結合器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】光通信システムなどにおいては、半導体レーザなどの光源からの拡散光束をレンズによって光ファイバのコアに伝送することが行われている。この光結合を目的とするレンズとしては、従来、球レンズ、非球面レンズ、屈折率分布型ロッドレンズなどが用いられている。

【0003】球レンズは最も安価に製作できるが、半導体レーザと単一モード光ファイバを低損失で光結合するには特性的に不十分である。単一モード光ファイバはコア径が微小であるため、光結合効率を高めるにはレンズの収差について厳しい性能が要求されるからである。そこで、現在、高結合レンズとしては非球面レンズの使用が一般的となっている。

【0004】他方、屈折率分布型ロッドレンズを用いる場合には、半導体レーザの出射光の結合に高開口率（NA）が要求されるために、少なくとも一方の端面を球面加工することが多い。これは、凸球面で集光パワーを

得、凸球面で発生する収差を屈折率分布形状で打ち消すという考え方に基づいている。

【0005】従来技術の一例を図6に示す。光源として用いられている半導体レーザは、窓部を設けたキャップでレーザチップ10を被い、レーザ光が窓部のカバーガラス12を透過して出射するようなパッケージ実装構造（例えばT0型など）になっている。レーザ出射光が屈折率分布型ロッドレンズ14によって単一モード光ファイバ16の端面に集光する。ここでは、半導体レーザ側端面14aが凸球面、光ファイバ側端面14bが平面となる向きで組み込んでいる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが、非球面レンズの製作には、品種毎に金型を必要とし、それには耐熱材料及び超精密加工が要求される。そのために、特に少量多品種生産の場合にはレンズコストが高くなる問題がある。

【0007】それに対して屈折率分布型ロッドレンズは、小型で安価に且つ容易に製作できる利点がある。一方、半導体レーザは組立時の取り扱いが容易なため、パッケージに実装されている構造のものをを用いることが多い。しかしこの場合、カバーガラス12が存在するためにレーザチップ面（発光位置）と屈折率分布型ロッドレンズ端面との距離を一定限度以下に短くできない。この最短距離は、通常、0.6～0.7mm程度である。そのため、半導体レーザからの出射光のケラレにより結合損失が増大し、単一モード光ファイバとの高効率の結合が困難である。

【0008】本発明の目的は、半導体レーザと単一モード光ファイバを低損失で結合でき、小型で安価に且つ容易に製作可能な光源-光ファイバ結合器を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、光源から出射する拡散光束を屈折率分布型ロッドレンズによって光ファイバ端面に結合する光源-光ファイバ結合器である。ここで、屈折率分布型ロッドレンズは、光源側端面を凸球面、光ファイバ側端面を平面とする形状をなし、光源として半導体レーザを用い、そのレーザチップと屈折率分布型ロッドレンズを近接配置した状態でハウジングで保持すると共に、該ハウジングによって光ファイバを保持可能な構造としている

【0010】本発明において、光源としては、通常、半導体レーザが用いられる。光結合の相手となる光ファイバとしては、コア径が小さい単一モード光ファイバの場合に特に顕著な高効率光結合効果が生じる。本発明では、半導体レーザ側を凸球面、光ファイバ側を平面とし、レーザチップ面と屈折率分布型ロッドレンズ端面との距離を短くすることにより、半導体レーザ出射光のケラレを低減し結合効率の向上を図っている。これによ

て、細径の屈折率分布型ロッドレンズを用いて、光モジュールの小型化を実現できる。

【0011】本発明では、光源（レーザチップ）と屈折率分布型ロッドレンズ端面との距離を0.3mm以下とするのが好ましく、特に、0.2～0.25mmの範囲内に設定するのがよい。このような範囲では、結合損失を最も小さく抑えることができるからである。

【0012】実際の光モジュールとしては、ハウジングが、半導体レーザを保持するレーザホルダと屈折率分布型ロッドレンズを保持するレンズホルダとを具備し、半導体レーザと屈折率分布型ロッドレンズとを、光軸に対して直交する面内方向のみならず光軸方向にも位置調整可能とし、且つ光軸方向の位置調整の際にレーザチップと屈折率分布型ロッドレンズとが一定距離よりも接近しないようにレーザホルダによって規制される構造とするのがよい。

【0013】

【実施例】図1に、本発明に係る光源－光ファイバ結合器の基本構成図を示す。半導体レーザ（レーザチップ10）からの出射光（拡散光束）を屈折率分布型ロッドレンズ14によって単一モード光ファイバ16の端面に結合する。ここで屈折率分布型ロッドレンズ14は、半導体レーザ側端面14aを凸球面、光ファイバ側端面14bを平面とする形状をなし、その向きで配置されている。半導体レーザは、カバーガラス及びキャップの無い構造とし、それによってレーザチップ10と屈折率分布型ロッドレンズ14を近接配置した状態でハウジング（図示するのを省略）で保持すると共に、該ハウジングによって光ファイバを保持可能とする。

【0014】半導体レーザ側開口率 NA_2 を大きくするために、レーザチップ－ロッドレンズ間距離 L_1 は0.3mm以下（但し、接触しない範囲）、より好ましくは0.2～0.25mm程度とする。またレンズ有効半径 r^*

*は0.3～1.0mm程度、球面曲率半径 R_2 は1.2～2.0mm程度に設定するのがよい。半導体レーザ側開口率 NA_2 を大きくするのは半導体レーザの特性に適合させるためであり、開口率 NA_2 を0.5～0.7程度とするのがよい。レンズ有効半径 r を0.3～1.0mmとしているのは、できるだけ細径化するためと、0.3mmが球面加工を施す上では限界であるためである。それに対応して球面曲率半径 R_2 は1.2～2.0mmとする。

【0015】ところで、屈折率分布型ロッドレンズの半径方向屈折率分布は、

$$n(r)^2 = n_0^2 \cdot \{1 - (g \cdot r)^2 + h_4 (g \cdot r)^4 + h_6 (g \cdot r)^6 + h_8 (g \cdot r)^8 + \dots\}$$

の式により表される。但し、

r ：中心軸からの距離

$n(r)$ ：中心軸からの距離 r の位置での屈折率

n_0 ：中心軸上での屈折率

g ：2次の屈折率分布係数

h_4, h_6, h_8, \dots ：屈折率分布高次係数

【0016】ここでは一例として、レーザチップ－ロッドレンズ間距離 L_1 を0.2mm、単一モード光ファイバ側の $NA (= NA_1)$ を0.15とし、ロッドレンズ端面と単一モード光ファイバの間の距離 L_2 を約4.5mmに設定した。屈折率分布型ロッドレンズの中心軸上屈折率 n_0 を1.5～1.8、 $n_0 \cdot g \cdot r$ を0.40～0.65程度とし、 n_0 と g を与え、レンズ端面の球面曲率半径を変化して光線収差が最小になるように最適化することにより、レンズ長 z 、屈折率分布高次係数

h_4, h_6, h_8, \dots 及び半導体レーザ側開口率 NA_2 を求めることができる。結果を表1に示す。

【0017】

【表1】

レンズ	R_1 (mm)	R_2 (mm)	Z (mm)	NA_2	h_4	h_6	h_8
00	0	0	4.039	0.485	0.5711	1.478	-13.20
11	0	-2.0	4.018	0.526	0.6063	1.722	-14.13
12	0	-1.8	4.015	0.532	0.6113	1.760	-14.20
13	0	-1.6	4.011	0.539	0.6179	1.821	-14.31
14	0	-1.4	4.007	0.549	0.6269	1.906	-14.38
15	0	-1.2	4.002	0.565	0.6401	2.035	-14.27

【0018】表1の番号13に相当する外形寸法の屈折率分布型ロッドレンズを使用し、レーザチップ－ロッドレンズ間距離 $L_1 = 0.2$ mm、ロッドレンズ－光ファイバ間距離 $L_2 = 4.7$ mmとした場合、結合損失は1.59dB（結合効率：69.4%）であった。それに対してレーザチップ－ロッドレンズ間距離 $L_1 = 0.65$ mm、ロッドレンズ－光ファイバ間距離 $L_2 = 6.0$ mmとした場合（従来構成）、結合損失は2.60dB（結合

効率：54.9%）であった。つまり、本発明の構成では、従来構成に比べて結合損失で約1dB、結合効率では約15%の向上が見られた。

【0019】同様にして、同一レンズを用いてレーザチップ－レンズ間距離 L_1 に対する結合損失（dB）を求めた結果を図2に示す。この結果から、レーザチップ－ロッドレンズ間距離 L_1 は0.3mm以下、より好ましくは0.20～0.25mm程度とするのがよいことが分か

る。レーザチップ-ロッドレンズ間距離 $L_1 = 0.2 \sim 0.25 \text{ mm}$ では結合損失が最も小さくなり、距離 L_1 が数十 μm 変動しても結合損失の変動が小さいため、光軸方向(z方向)の調芯は必ずしも必要ではないことが分かり、その場合には機械的な精度での突き当てで組み立てることが可能である。但し、レンズ長にも一定の公差があるため、結合損失をできるだけ小さくしたい場合には、光軸方向(z方向)の位置調整も可能なモジュール構造とする。

【0020】このような光源-光ファイバ結合器を具体化した例を図3に示す。この光源-光ファイバ結合器は、半導体レーザ20と、屈折率分布型ロッドレンズ22と、それらを保持すると共に接続相手の光ブラグのフェルール(図示するのを省略する)を嵌合保持するハウジング30を具備し、光ブラグ接続時に前記半導体レーザ20とフェルールによって保持された単一モード光ファイバとが前記屈折率分布型ロッドレンズ22によって光学的に結合するレセプタクル型の構造である。

【0021】半導体レーザ10は、前記のように、カバーガラス及びキャップ無しの構造であり、レーザチップ(素子本体)20aがチップキャリア(ヒートシンク)20b上に搭載されてベース部20cに装着されており、該ベース部20cをリード20dが貫通している。これによって、発光点となるレーザチップ20aに非常に近接して屈折率分布型ロッドレンズ22を配置することを可能にしている。

【0022】ここでハウジング30は、中心軸に沿って内径の異なる複数の穴が形成され、それらが連なって貫通構造になっている樹脂製の一体成形品である。その一方の端部(図3で左側の端部)30aで半導体レーザ20を保持し、内部中央寄りの部分に屈折率分布型ロッドレンズ22を装着する。ハウジング30の中央付近から反対側の端部(図3で右側の端部)にかけてはレセプタクル部32となっており、このレセプタクル部32が、接続相手の光ブラグのフェルールが丁度嵌入するボア(空洞部)34を有する部分である。

【0023】この光源-光ファイバ結合器に組み込む屈折率分布型ロッドレンズ22は、前記したように、半導体レーザ側端面を凸球面、光ファイバ側端面を平面とする形状をなし、半導体レーザ側端面がレーザチップ20aの発光点に対して近接(例えばレーザチップ-レンズ間距離 $0.20 \sim 0.25 \text{ mm}$ 程度)配置される。屈折率分布型ロッドレンズ22を貫通穴に挿入した状態で、周囲を接着剤などで固定する。

【0024】このように屈折率分布型ロッドレンズ22を内蔵したハウジング30に半導体レーザ20を調芯し結合する。ハウジング30のレセプタクル部32内に光ブラグのフェルールを装着した状態で、半導体レーザ20のベース部20cがハウジング30の端部30aに当接するように組み合わせ、半導体レーザ20からの出射

を光ブラグの単一モード光ファイバでモニタしながら調芯(光軸方向に対して垂直な面内:x方向及びy方向)し、位置決めした状態でベース部20cの周囲を樹脂接着剤36によって固定する。これは、ベース部20cとハウジング端面30aとの突き合わせによって、光軸方向(z方向)の位置合わせを省略した構造の例である。

【0025】図4及び図5は光源-光ファイバ結合器の他の具体例を示す説明図である。基本的な構成は、図2の例と同様であるので、説明を簡略化するために、対応する部材には同一符号を付す。これらは、いずれも光軸方向(z方向)の位置合わせを可能とする構造の例である。

【0026】図4において、ハウジング40は、半導体レーザを保持するレーザホルダ42と、ロッドレンズ22を保持するレンズホルダ44の別体構造である。レンズホルダ44の一部(図4の右側部分)はレセプタクル部となっており、このレセプタクル部が、接続相手の光ブラグのフェルールが丁度嵌入するボア(空洞部)24を有する部分となる。

【0027】レーザホルダ42とレンズホルダ44の端面同士を衝合しx-y面内での調芯を行い、半導体レーザ20をレーザホルダ42に挿入することでz方向の位置を調整する。実際には、レンズホルダ44のボア24内に光ブラグのフェルールを装着した状態で、該レンズホルダ44の端面にレーザホルダ42を当接してx方向及びy方向の調芯を行う。他方、半導体レーザ20のベース部20cをレーザホルダ42の内周段部に挿入し出し入れすることでz方向の位置合わせを行う。半導体レーザ20からの出射を光ブラグの単一モード光ファイバでモニタしながら調整し、位置決めした状態でレーザホルダとレンズホルダとの間、及び半導体レーザとレーザホルダとの間を、溶接などで固定する。

【0028】図5においても、ハウジング50は、半導体レーザを保持するレーザホルダ52と、ロッドレンズ22を保持するレンズホルダ54の別体構造である。ここでもレンズホルダ54の一部(図5の右側部分)はレセプタクル部となっており、接続相手の光ブラグのフェルールが丁度嵌入するボア(空洞部)24を有する部分となる。

【0029】レーザホルダ52をレンズホルダ54に嵌合することによりz方向の位置を調整し、半導体レーザ20をレーザホルダ52に衝合することでx-y面内での調芯を行う。実際には、レンズホルダ54のボア24内に光ブラグのフェルールを装着した状態で、該レンズホルダ54の外周段部に円筒状のレーザホルダ52を嵌合させてz方向の位置合わせを行う。他方、半導体レーザ20のベース部20cをレーザホルダ52の端面に当接してx方向及びy方向の調芯を行う。半導体レーザ20からの出射を光ブラグの単一モード光ファイバでモニタしながら調芯し、位置決めした状態でレーザホルダと

レンズホルダとの間、及び半導体レーザとレーザホルダとの間を、接着剤などで固定する。

【0030】図4の例では、半導体レーザ20のベース部20cをレーザホルダ42内に最も押し込んでも（突き当てても）、レーザチップ20aがロッドレンズ22に接触しないような（一定の間隔以下にはならない）構造とし、また図5の例では、レーザホルダ52をレンズホルダ54に最も押し込んでも（突き当てても）、レーザチップ20aがロッドレンズ22に接触しないような（一定の間隔以下にはならない）構造として、不用意な接触による障害発生を未然に防止できるようになっている。

【0031】なお、上記の例は全て光ブラグを使用して接続するレセプタクル型の構造であるが、光ファイバフェルルを直接固定するピグテイル型の構造にも適用できることは言うまでもない。

【0032】

【発明の効果】本発明は上記のように、屈折率分布型ロッドレンズは、その光源側端面を凸球面、光ファイバ側端面を平面とする形状をなし、光源とレンズを近接配置してハウジングに収めた構造であるので、出射光のケラレを低減し、光源とファイバとの結合損失を低減して、高効率の半導体レーザ—単一モード光ファイバ結合を実現できる。

*

*【0033】また、本発明ではレンズは非球面ではなく球面でよいために、従来から行われている球面加工方法を利用でき、プレス型が不要であるため、容易に低コストで量産することが可能となる。これによって、半導体レーザと単一モード光ファイバを低損失で（高効率で）結合できる小型で安価な光源—光ファイバ結合器が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光源—光ファイバ結合器の基本構成図。

【図2】その光源—レンズ間距離 L_1 と結合損失の関係を示すグラフ。

【図3】本発明に係る光源—光ファイバ結合器の具体例を示す構造説明図。

【図4】本発明に係る光源—光ファイバ結合器の他の具体例を示す構造説明図。

【図5】本発明に係る光源—光ファイバ結合器の更に他の具体例を示す構造説明図。

【図6】従来の光源—光ファイバ結合系の説明図。

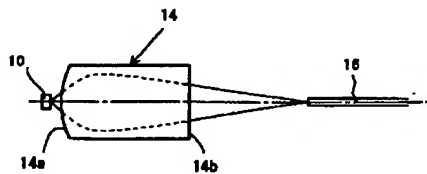
【符号の説明】

10 レーザチップ

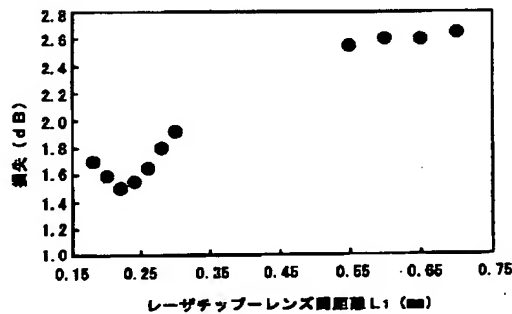
14 屈折率分布型ロッドレンズ

16 単一モード光ファイバ

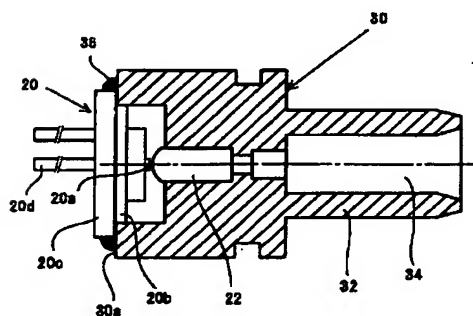
【図1】



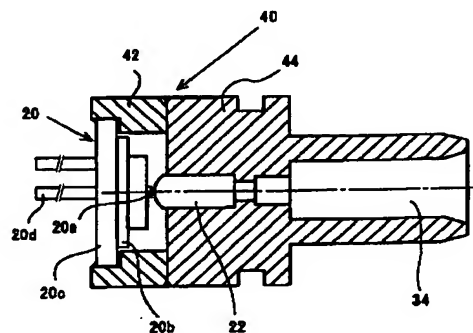
【図2】



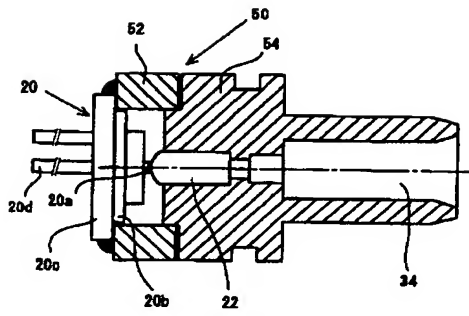
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

